

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-16973

(P2006-16973A)

(43) 公開日 平成18年1月19日(2006.1.19)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 41/04 330J	3G022
FO2D 41/18 (2006.01)	FO2D 41/18 F	3G301
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 364A	3G384
FO2P 5/15 (2006.01)	FO2D 45/00 366F FO2P 5/15 B	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2004-192579 (P2004-192579)  
 (22) 出願日 平成16年6月30日 (2004.6.30)

(71) 出願人 000003137  
 マツダ株式会社  
 広島県安芸郡府中町新地3番1号  
 (74) 代理人 100077931  
 弁理士 前田 弘  
 (74) 代理人 100094134  
 弁理士 小山 廣毅  
 (74) 代理人 100110939  
 弁理士 竹内 宏  
 (74) 代理人 100110940  
 弁理士 嶋田 高久  
 (74) 代理人 100113262  
 弁理士 竹内 祐二  
 (74) 代理人 100115059  
 弁理士 今江 克実

最終頁に続く

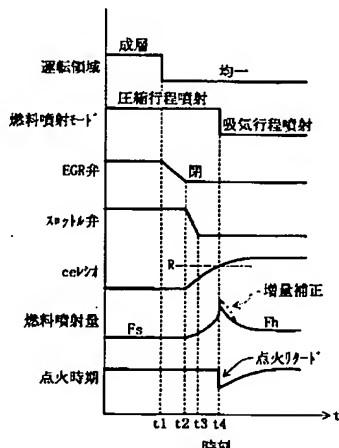
(54) 【発明の名称】 筒内噴射式内燃機関の制御装置。

## (57) 【要約】

【課題】 空燃比のリーンな成層燃焼モードとリッチな均一燃焼モードとに切替えて運転する筒内噴射式内燃機関において、その2つの燃焼モードの切替え時にエンジントルクを正確に合わせて、トルクショックを解消する。

【解決手段】 例えば成層燃焼モードから均一燃焼モードへの切替えの際に、燃料噴射モードの切替えに先立ってスロットル弁20を所定量、閉作動させる(時刻t2 ~ t3)。これにより吸気量が減少してceレシオが所定値R(成層燃焼限界)になれば、(t4)燃料噴射モードを圧縮行程噴射から吸気行程噴射に切替える。この際、空燃比のジャンプに伴うエンジントルクの急増を打ち消すために点火リタードを行うとともに、噴射モードが切替えられる各気筒2内に残留する空気量を推定して、その切替え後の各気筒2毎に最初の1燃焼サイクルだけは燃料噴射量を增量補正する。これにより、噴射モード切替え時のトルクショックを解消できる。

【選択図】 図7



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内燃機関の運転状態に応じて、少なくとも気筒の圧縮行程で燃料を噴射して成層リーン燃焼状態とする圧縮行程噴射モードと、吸気行程で燃料を噴射して均一リッチ燃焼状態とする吸気行程噴射モードとの切替え制御を行う切替制御手段と、

前記切替制御手段によって圧縮行程噴射モードから吸気行程噴射モードへの切替えが行われるときに、この切替えに伴う機関トルクの変動を打ち消すように点火時期を遅角制御する遅角制御手段と、を備えた筒内噴射式内燃機関の制御装置であって、

前記切替制御手段によって圧縮行程噴射モードから吸気行程噴射モードへ切替えられる気筒内に残留する空気量を推定する残留空気量推定手段と、

前記吸気行程噴射モードへ切替え後の気筒の最初の1燃焼サイクルに対応して、少なくとも前記残留空気量推定手段により推定された残留空気量に基づいて機関トルクを増大補正するトルクアップ補正手段と、を備えることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の制御装置。

10

## 【請求項 2】

請求項1に記載の制御装置において、

切替制御手段による圧縮行程噴射モードから吸気行程噴射モードへの切替え制御に伴い、気筒内の残留空気の影響によって生じる機関トルクの低下分を、残留空気量推定手段による残留空気量の推定値と遅角制御手段による点火時期の遅角制御量とに基づいて推定するトルクダウン量推定手段を備え、

トルクアップ補正手段は、前記トルクダウン量推定手段による推定値に応じて機関トルクを増大補正するものであることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の制御装置。

20

## 【請求項 3】

請求項2に記載の制御装置において、

トルクアップ補正手段は、吸気行程噴射モードへ切替え後の気筒の最初の1燃焼サイクルだけ、トルクダウン量推定手段による推定値に基づいて燃料噴射量を增量補正するものであることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の制御装置。

## 【請求項 4】

請求項2に記載の制御装置において、

トルクアップ補正手段は、吸気行程噴射モードへ切替え後の気筒の最初の1燃焼サイクルだけ、トルクダウン量推定手段による推定値に基づいて点火時期の遅角制御量を減少補正するものであることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の制御装置。

30

## 【請求項 5】

請求項1～4のいずれか1つに記載の制御装置において、

内燃機関の吸気圧を検出する吸気圧検出手段と、

内燃機関の排気圧に関するパラメータ値を検出するパラメータ値検出手段と、を備え、

残留空気量推定手段は、前記検出された吸気圧及びパラメータ値に基づいて気筒内の残留空気量を推定するものであることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、空燃比のリーンな成層燃焼状態とリッチな均一燃焼状態とに切替えて運転される筒内噴射式内燃機関の制御装置に関し、特にそれら運転状態の切替えの際に発生するトルクショックを抑えるための補正制御の技術分野に属する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

従来より一般に、気筒内の燃焼室に燃料を直接、噴射して燃焼させるようにした筒内噴射式のガソリンエンジン（内燃機関）において、比較的軽負荷の運転状態では、気筒の圧縮行程で噴射した燃料の混合気を点火プラグの周りに偏在させて着火、燃焼させることにより（成層燃焼）、その燃料に対する空気量の比率が非常に大きな（例えば空燃比A/F

50

が30以上)リーン状態で運転するようにしており、これによりポンピングロスや熱損失を大幅に低減して機関効率を高めることができる。

#### 【0003】

一方、比較的負荷の大きな運転状態では気筒の吸気行程で燃料を噴射し、これを吸気と十分に混合した上で燃焼させるようにしている(均一燃焼)。具体的には、まず、エンジンの負荷や回転数により規定される運転状態に応じてスロットル弁の開度を制御し、これにより吸気流量を調整するとともに、この吸気流量をセンサにより検出し、この検出値に基づいて目標とする空燃比になるように燃料噴射量を制御する。この際、燃焼効率の高さと触媒による排気浄化効率の高さから、目標空燃比は理論空燃比近傍に設定されることが多い。

10

#### 【0004】

そのように燃焼状態を切替えるのは、仮に前記成層燃焼状態のままで、負荷の上昇に応じて燃料噴射量を増やしていくと、燃焼室全体の空燃比は未だ理論空燃比よりもリーンな状態であっても、点火プラグ周りに偏在する混合気は理論空燃比よりもリッチな過濃状態になってしまい、燃焼性が悪化するとともに失火を招く虞れもあるからである(これを成層燃焼限界という)。

#### 【0005】

ところで、そのように運転中に燃焼状態を切替える結果として、従来の筒内噴射式エンジンでは不快なトルクショックが発生する虞れがあった。すなわち、前記の如く空燃比のリーンな成層燃焼状態ではスロットル弁を大きく開いて、エンジンの気筒に多量の空気を吸入するようにしており、一方、均一燃焼状態では空燃比は理論空燃比近傍乃至それよりもリッチにするために、スロットル弁の開度は相対的には小さくなる。

20

#### 【0006】

このため、例えばエンジンを成層燃焼状態から均一燃焼状態に切替えるときには、まずスロットル弁を閉じて吸気量を減少させ、このことによって空燃比が成層燃焼限界付近に達する頃に燃料噴射モードを圧縮行程噴射から吸気行程噴射へ切替えることになるが、このときの空燃比は上述したように依然として理論空燃比よりもリーンな状態であり、その分、空気が多いにも拘わらず一足飛びに理論空燃比へ切替えることから(以下、空燃比のジャンプともいう)、エンジントルクが急増して、ショックが発生するものである。

#### 【0007】

30

このトルクショックの問題に対して、例えば特許文献1に開示される筒内噴射式内燃機関の点火時期制御装置では、前記のように吸気行程噴射へ切替えるのと略同時に点火時期を大幅に遅角側に補正して(点火リタード)、前記空燃比のジャンプに起因するトルクの増大を相殺するようにしており、これによりトルクショックを或る程度、軽減することができる。

#### 【特許文献1】特許第3211677号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

しかしながら、前記従来例のように燃料噴射モードの切替え直後に大幅な点火リタードを行なって、空燃比のジャンプに起因するエンジントルクの急増を相殺するようにしてしても、それだけでは不十分であり、未だトルクショックが残ってしまうことが分かった。

40

#### 【0009】

その理由は、以下のように考えられる。すなわち、燃焼状態が成層燃焼から均一燃焼に切替わるときには、これに伴い各気筒内の平均的な空燃比がリッチ側に変化することになるが、当該各気筒毎の切替え後の最初の1燃焼サイクルにおいては成層燃焼による既燃ガスが残留しており、その空燃比が相対的にリーンで空気量が多いことから、当該気筒内に新たに形成される混合気の空燃比が目標値(理論空燃比)よりもややリーン側にずれてしまう。

#### 【0010】

50

そして、前記の如く燃料噴射モードの切替え直後で大幅な点火リタードが行なわれているときに空燃比がリーン側にずれると、この空燃比のずれによつてもエンジントルクが低下することになるので、その分、トルクダウン量が大きくなり過ぎてしまい、切替えの前後でエンジントルクを正確に合わせることができなかつたのである。

#### 【0011】

前記の如き知見に基づいて、本発明は、空燃比のリーンな成層燃焼状態とリッチな均一燃焼状態との間でエンジンの燃焼状態を切替えるときのエンジントルクを正確に合わせて、トルクショックを解消することを目的とするものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0012】

前記目的の達成のために、本発明は、エンジン（内燃機関）の運転状態が成層燃焼状態から均一燃焼状態に切替わるときに気筒内に残留している空気量を推定し、切替え後の最初の1燃焼サイクルだけは、前記残留空気量の推定値に基づいてエンジントルクを増大補正するようにした。

10

#### 【0013】

具体的に、請求項1の発明では、内燃機関の運転状態に応じて、少なくとも気筒の圧縮行程で燃料を噴射して成層リーン燃焼状態とする圧縮行程噴射モード、及び、吸気行程で燃料を噴射して均一リッチ燃焼状態とする吸気行程噴射モードの切替え制御を行う切替制御手段と、この切替制御手段によって圧縮行程噴射モードから吸気行程噴射モードへの切替えが行われるときに、この切替えに伴う機関トルクの変動を打ち消すように点火時期を遅角制御する遅角制御手段と、を備えた筒内噴射式内燃機関の燃料制御装置を対象とし、

20

前記切替制御手段によって圧縮行程噴射モードから吸気行程噴射モードへ切替えられる気筒内に残留する空気量を推定する残留空気量推定手段と、

前記吸気行程噴射モードへ切替え後の気筒の最初の1燃焼サイクルに対応して、少なくとも前記残留空気量推定手段により推定された残留空気量に基づいて機関トルクを増大補正するトルクアップ補正手段と、を備えるものとする。

#### 【0014】

前記の構成により、まず、筒内噴射式内燃機関（以下、エンジン）の運転状態が変化し、これに応じて、切替制御手段により圧縮行程噴射モード（成層燃焼状態）から吸気行程噴射モード（均一燃焼状態）への切替え制御が行われるときには、この切替えに伴い空燃比がリッチ側へ急変（ジャンプ）してもエンジントルクが変動しないように、遅角制御手段によって点火時期が大幅に遅角側に制御（点火リタード）される。

30

#### 【0015】

そのように圧縮行程噴射モードから吸気行程噴射モードへ切替えられる気筒内には、成層燃焼による既燃ガス（排気）が残留することになるので、通常の均一燃焼時に比べて気筒内の残留空気量が多くなっており、それ故に、切替え後の最初の1燃焼サイクルでは当該気筒内に新たに形成される混合気の空燃比がややリーン側にずれてしまい、前記の大幅な点火リタードと相俟って、エンジントルクがやや低下することになる。

#### 【0016】

これに対し、そのように吸気行程噴射モードへ切替えられる気筒内の残留空気量が残留空気量推定手段により推定され、その切替え後の気筒の最初の1燃焼サイクルにおいては少なくとも前記推定された残留空気量に基づいて、トルクアップ補正手段によりエンジントルクが増大補正される。このことで、前記残留空気の影響によって生じるエンジントルクの低下分も相殺することができ、燃料噴射モード切替えの前後におけるエンジントルクの変動がなくなって、トルクショックが解消される。

40

#### 【0017】

前記制御装置の具体的な構成として、切替制御手段による噴射モードの切替え制御に伴い気筒内の残留空気の影響によって生じる機関トルクの低下分を、残留空気量推定手段による残留空気量の推定値と遅角制御手段による点火時期の遅角制御量とに基づいて推定するトルクダウン量推定手段を備え、トルクアップ補正手段は、前記トルクダウン量推定手

50

段による推定値に応じて機関トルクを増大補正するものとすればよい（請求項2の発明）。

【0018】

すなわち、一般に、均一燃焼状態においてエンジントルクは点火時期をMBTから遅角側に変更するに従い低下していくが、そのトルクダウン量は空燃比によって変化し、理論空燃比近傍ではリーン側ほどトルクダウン量が大きくなる傾向がある（図8参照）。

【0019】

そこで、残留空気量推定手段による残留空気量の推定値から気筒内の空燃比を求め、この空燃比と点火時期の遅角制御量に基づいてトルクダウン量推定手段により、残留空気の影響によって生じるエンジントルクの低下分を正確に推定することができる。こうして推定したトルクダウンを相殺するようにエンジントルクを増大補正することで、切替えの前後におけるエンジントルクの変動をなくすことができる。10

【0020】

より具体的に、前記トルクアップ補正手段は、吸気行程噴射モードへ切替え後の気筒の最初の1燃焼サイクルだけ、トルクダウン量推定手段による推定値に基づいて燃料噴射量を增量補正するものとすればよく（請求項3の発明）、或いは、トルクダウン量推定手段による推定値に基づいて点火時期の遅角制御量を減少補正するものとしてもよい（請求項4の発明）。

【0021】

尚、エンジンにトルクアシストの可能な電動モータが装備されている場合には、吸気行程噴射モードへ切替え後の最初の1燃焼サイクルだけ電動モータをアシスト作動させて、エンジントルクを増大補正することも可能である。この場合には、前記電動モータとその作動制御を行うコントローラとによって、トルクアップ補正手段が構成される。20

【0022】

さらに、前記制御装置の具体的な構成として、エンジン（内燃機関）の吸気圧を検出する吸気圧検出手段と、エンジンの排気圧に関するパラメータ値（例えば吸気流量及び燃料噴射量）を検出するパラメータ値検出手段とを備え、その上で、前記残留空気量推定手段は、前記検出された吸気圧及びパラメータ値に基づいて気筒内の残留空気量を推定するものとしてもよい（請求項5の発明）。

【0023】

こうすれば、気筒の排気行程で一旦、吸排気通路に流出した後、吸気行程で再び当該気筒内に吸入される排気中の空気量も含めて、当該気筒内の残留空気量を極めて正確に推定することができる。

【発明の効果】

【0024】

以上のように、本発明に係る筒内噴射式内燃機関の制御装置によると、エンジンの燃料噴射形態を圧縮行程噴射モード（成層燃焼状態）から吸気行程噴射モード（均一燃焼状態）に切替えたときに、その切替え直後の気筒内に残留する空気量が通常の均一燃焼状態よりも多くなることによって、空燃比がリーン側にずれてしまい、このことと点火リタードとの相互作用でトルクダウンが生じることに着目し、前記燃料噴射モードの切替え直後の気筒内に残留する空気量を推定して、切替え直後の1燃焼サイクルだけは少なくとも前記残留空気量の推定値に基づいてエンジントルクを増大補正するようにしたので、燃料噴射モード切替えの前後におけるエンジントルクの変動をなくして、トルクショックを解消することができる。40

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。尚、以下の好ましい実施形態の説明は、本質的に例示に過ぎず、本発明、その適用物或いはその用途を制限することを意図するものではない。

【0026】

10

20

30

40

50

(エンジンの概略構成)

図1は、本発明の実施形態に係る制御装置を備えた筒内噴射式のガソリンエンジン1(内燃機関)の概略構成を模式的に示し、この実施形態のエンジン1は、図には1つのみ示すが、複数のシリンダ(気筒)2, 2, …が直列に配置されたものである。図示の如く、気筒2の上端はシリンダブロック3の上端面に開口していて、そこに載置されたシリンダヘッド4の下面により閉塞されている。該気筒2内にはピストン5が往復動可能に嵌挿されていて、このピストン5の上面とシリンダヘッド4の下面との間に燃焼室6が区画されている。

【0027】

一方、ピストン5の下方のクランクケース内にはクランク軸7が配設され、コネクティングロッドによって各気筒2のピストン5とそれぞれ連結されている。また、クランクケース内には、クランク軸7の一端側において、その回転角度を検出するためのクランク角センサ8が配設されている。10

【0028】

前記シリンダヘッド4には、各気筒2毎にその軸心に沿うようにして点火プラグ9が配設されている。この点火プラグ9の先端の電極は燃焼室6に臨むように配置され、一方、点火プラグ9の基端部は点火回路10に接続されている。この点火回路10にはイグナイタ及びイグニッションコイルが含まれており、後述のECU30からの制御信号を受けて各気筒2毎に所定のタイミングで点火プラグ9に通電するようになっている。

【0029】

また、各気筒2の周縁部には燃料噴射弁12が配設されていて、その先端の噴口が燃焼室6を臨む一方、燃料噴射弁12の基端部は図示しない燃料供給系に接続されている。そして、ECU30からの制御信号を受けて燃料噴射弁12が気筒2の圧縮行程の所定のタイミングで噴射作動すると、その噴口から噴出した燃料噴霧が点火プラグ9周りに層状に分布した混合気の層を形成し、一方、燃料噴射弁12が気筒2の吸気行程で噴射作動すると、燃料噴霧は燃焼室6に拡散して均一な混合気を形成するようになる。20

【0030】

さらに、前記シリンダヘッド4には、各気筒2毎の燃焼室6に臨んで開口するように吸気ポート13及び排気ポート14がそれぞれ形成され、その各ポート開口部にはそれぞれ図示しないカム軸によって開閉されるように吸気弁15及び排気弁16が配設されている。そのカム軸は吸気側及び排気側に1本ずつ設けられており、共通のタイミングチェーンによってクランク軸7と同期して回転されるようになっている。30

【0031】

前記シリンダヘッド4の吸気側(図の右側)には、吸気ポート13に連通するようにして吸気通路17が接続されている。この吸気通路17は、各気筒2の燃焼室6に対してエアクリーナ(図示せず)で濾過した吸気を供給するためのものであり、サージタンク18よりも上流の共通通路には、電動アクチュエータ19などにより駆動されて吸気を絞るスロットル弁20が配設される一方、サージタンク18よりも下流側は、気筒2毎の独立通路に分かれた吸気マニホールドとされている。この吸気マニホールドには、吸気の圧力状態(マニホールド負圧)を検出するための吸気圧センサ21が配設されている。40

【0032】

また、シリンダヘッド4の排気側(図の左側)には、排気ポート14に連通するようにして、各気筒2の燃焼室6から既燃ガスを排出するための排気通路22が接続されている。その排気通路22の最上流側は各気筒2毎の独立通路からなる排気マニホールドによって構成され、この排気マニホールドよりも下流の排気通路22には、図示しないが、排気中のHC, CO, NO<sub>x</sub>などを浄化するための触媒が介設されている。

【0033】

前記排気マニホールドには、排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサ23が配設されるとともに、その上流側の排気通路22から分岐するようにして、排気の一部を吸気系に環流させるためのEGR通路24の上流端が接続されている。このEGR通路24の下流50

端は吸気通路 17 の例えさサージタンク 18 などに接続されていて、その近傍には排気の環流量を調節するための EGR弁 25 が配設されている。

#### 【0034】

前記エンジン 1 の運転制御は、エンジンコントロールユニット 30（以下、ECU という）によって行われる。すなわち、ECU 30 は、少なくとも前記のクランク角センサ 8、吸気圧センサ 21、酸素濃度センサ 23 からの信号と、スロットル弁 20 よりも上流の吸気通路 17 に配設された吸気流量センサ 27 からの信号と、エンジン 1 の冷却水温を検出する水温センサ 28 からの信号とを入力するとともに、車両のアクセルペダルの踏み操作量（アクセル開度）を検出するアクセル開度センサ 31 からの信号と、車両の走行速度を検出する車速センサ 32 からの信号とを入力し、これらの入力値に応じて、所定の制御プログラムに従って前記点火回路 10、燃料噴射弁 12、スロットル弁 20、EGR弁 25などを制御する。10

#### 【0035】

##### （エンジン制御の概要）

具体的に、この実施形態に係るエンジン 1 は、温間であればその運転状態に応じて燃料の噴射形態が大きく 2 つに切替えられて、相互に異なる 2 つの燃焼状態で運転されるようになっている。すなわち、まず図 2 に模式的に示すように、エンジン 1 の負荷及び回転数によって規定される運転領域が、相対的に低負荷低回転側の成層燃焼領域と高負荷高回転側の均一燃焼領域とに 2 分されている。

#### 【0036】

そして、前記成層燃焼領域では、燃料噴射弁 12 により気筒 2 の圧縮行程で燃料を噴射させて（圧縮行程噴射モード）点火プラグ 9 の周りに層状に分布する混合気に着火して、燃焼させる（以下、この運転モードを成層燃焼モードという）。このときには、スロットル弁 20 を大きく開いて気筒 2 内に多量の空気を取り入れるようにしており、このことで、気筒 2 内燃焼室 6 の平均的な空燃比は非常にリーンな状態（例えば  $A/F > 30$  くらい）になる。20

#### 【0037】

一方、前記均一燃焼領域では、燃料噴射弁 12 により気筒 2 の吸気行程で燃料を噴射させ（吸気行程噴射モード）、この燃料が拡散しながら吸気と混合されて、燃焼室 6 に概ね均一な混合気が形成された後に着火して、燃焼させる（以下、この運転モードを均一燃焼モードという）。このときには、全負荷に近い高負荷状態を除いて、空燃比が略理論空燃比 ( $A/F = 14.7$ ) になるように燃料噴射量やスロットル開度等を制御する。また、全負荷に近い高負荷状態では、空燃比は理論空燃比よりもリッチになるように制御する。30

#### 【0038】

尚、図には特に示さないが、前記成層燃焼領域を含むエンジン 1 の低負荷及び中負荷の運転領域では、EGR弁 25 を開いて、EGR通路 24 により排気の一部を吸気通路 17 に還流させるようにしており、これにより燃焼室 6 の熱容量を増大させて、燃焼に伴う NOx の生成を抑えることができる。

#### 【0039】

より具体的に、図 3 は前記 ECU 30 における燃料噴射弁 12 及びスロットル弁 20 の基本的な制御ロジックを示す機能ブロック図であり、この実施形態では図示の如く、まずアクセル開度及び車速に基づいてエンジン 1 への要求トルク  $T_r$  を求める。これは、予めアクセル開度及び車速に対応付けて要求トルク  $T_r$  を設定したマップから読み込むようにしてもよいし、予め設定した計算式により求めるようにしてもよい。そうして求めた要求トルク  $T_r$  に対して要求 ISC トルクを加算して、正味の目標負荷  $P_e$  を求める。40

#### 【0040】

尚、前記要求 ISC トルクというのは、エンジン 1 のアイドル運転時にアクセルペダルが全閉とされても燃料供給が行われるようにするための制御上のパラメータであり、アイドル運転時にのみ所定値が入力され、それ以外は 0 とされる。これにより、アイドル運転時にアクセル開度及び車速が 0 であれば、前記正味の目標負荷  $P_e$  は要求 ISC トル50

クに相当するものとなり、これに基づいてアイドル運転に必要な燃料が供給されることになる。

#### 【0041】

次に、ECU30は、前記のようにして求めた正味の目標負荷 $P_e$ にエンジン1の機械損失やポンピングロスによる損失分の推定値 $P_f$ を加えて、以下の制御に用いられる目標負荷 $P_i$ を決定する。ここで、前記機械損失及びポンピングロスの大きさは、それぞれ、図4に示すように予め設定されたテーブルから読み込むようにしており、図の例では、機械損失の大きさはエンジン1の運転状態によらず、エンジン水温に対応付けて設定されており（同図(a)）、一方、エンジン1の定常的な運転状態に対応するポンピングロスは、例えば吸気の流量及びエンジン回転数から算出される実吸気充填効率（実 $c_e$ ）に対応付けて設定されている（同図(b)）。 10

#### 【0042】

そして、前記制御上の目標負荷 $P_i$ とエンジン回転数とに基づいて、ECU30は、前記図2に示したマップからエンジン1の運転モードを決定するとともに、目標燃料噴射量 $F$ と目標空燃比 $A/F$ とをそれぞれ決定する。すなわち、エンジン1が図2のマップ上の成層燃焼領域にあれば、ECU30は、燃料噴射弁12による燃料の噴射形態を圧縮行程噴射モードとし、一方、均一燃焼領域では吸気行程噴射モードとする。

#### 【0043】

また、目標空燃比 $A/F$ は、前記成層燃焼モード及び均一燃焼モードのそれぞれでエンジン1の出力特性及び排気性状の最適なバランスが得られるように、予め目標負荷 $P_i$ 及びエンジン回転数に対応付けてマップとして設定されており、上述したように、成層燃焼モードでは非常にリーンに、また、前記均一燃焼領域の大部分では略理論空燃比に、さらに、均一燃焼領域の高負荷側では理論空燃比よりもリッチに設定されている。 20

#### 【0044】

さらに、目標燃料噴射量 $F$ は、前記成層燃焼モード及び均一燃焼モードのそれぞれで、エンジントルクが前記要求トルク $T_r$ に相当するものとなるように、予め目標負荷 $P_i$ 及びエンジン回転数に対応する基本的な値 $F_a$ （以下、要求基本噴射量という）がマップとして設定されており、このマップから読み出した要求基本噴射量 $F_a$ に基づいて目標燃料噴射量 $F$ が設定される。 30

#### 【0045】

前記の燃料噴射量のマップは、予め前記の燃焼モードや空燃比の相違に起因するエンジン1の出力特性を織り込んで設定されており、圧縮行程噴射モードでは、前記目標燃料噴射量 $F$ が概ねそのまま燃料噴射弁12の制御に用いられる目標燃料噴射量 $F_s$ となって、ECU30は、その $F_s$ に基づいて燃料噴射弁12への制御信号（噴射パルス）を出力する。一方、吸気行程噴射モードの目標燃料噴射量 $F_h$ は、空燃比の制御精度を優先して前記目標空燃比 $A/F$ と実 $c_e$ とに基づいて決定される。

#### 【0046】

また、ECU30は、前記の如く求めた目標燃料噴射量 $F$ （=要求基本噴射量 $F_a$ ）と目標空燃比 $A/F$ とに基づいて、エンジン1の運転モード毎にそれぞれ目標吸気充填効率（目標 $c_e$ ）を求め、さらに、この目標 $c_e$ にエンジン回転数を掛け合わせて、目標吸気量を求める。そして、この目標吸気量に基づいて目標スロットル開度を決定し、これに応じてスロットル弁20のアクチュエータ19に制御信号を出力するようになっている。 40

#### 【0047】

尚、そのようにしてスロットル弁20の制御が行われる結果として、定常運転状態であれば実 $c_e$ と目標 $c_e$ とが略一致することになるので、吸気行程噴射モードでも目標燃料噴射量 $F$ が概ね $F_h$ に一致する。また、ECU30は、以下に述べる運転モード切替えの過渡時には前記目標 $c_e$ の実 $c_e$ に対する比率（ $c_e$ レシオ）を算出し、この $c_e$ レシオに基づいて燃料噴射モードの切替えタイミングを決定する。

#### 【0048】

以上の如く、ECU30は、エンジン1への要求トルク $T_r$ に基づいて目標燃料噴射量 50

Fを設定する目標噴射量設定部30aと、エンジン1の運転状態に応じて成層燃焼モード（圧縮行程噴射モード）と均一燃焼モード（吸気行程噴射モード）との切替え制御を行う切替制御部30bと、エンジン1の運転状態に応じて目標空燃比A/Fを、均一燃焼モードでは理論空燃比乃至それよりも小さなリッチ側の値に設定する一方、成層燃焼モードでは理論空燃比よりも大きなリーン側の値に設定する目標空燃比設定部30cと、そうして設定された目標燃料噴射量F及び目標空燃比A/Fとエンジン回転数とに基づいて、スロットル弁20の目標開度を設定する目標スロットル開度設定部30dとを備えている。

#### 【0049】

そして、図2に矢印で示すようにエンジン1の運転状態がマップ上の2つの領域に跨って変化するとき、ECU30は、燃料噴射モードを切替えるとともに、スロットル開度を変更することによって、エンジン1の燃焼モードを切替えることになる。この際、スロットル開度の変更による吸気量の変化は比較的応答遅れの大きなものであり、一方、燃料噴射モードの切替えは制御信号に速やかに応答するものであるから、その応答遅れの差を考慮して、先にスロットル弁20を作動させて吸気量を或る程度、変化させた後に、燃料噴射モードを切替えるようにしている。10

#### 【0050】

尚、ハンチング防止のために、図に誇張して示すように成層燃焼領域から均一燃焼領域への境界（実線）と均一燃焼領域から成層燃焼領域への境界（破線）とは相互に異なるものとされている。また、詳しくは後述するが、前記成層燃焼から均一燃焼への切替え時には空燃比のジャンプに起因するエンジントルクの急増を打ち消すように点火時期を大幅に遅角補正するようにしており、図示しないが、ECU30は、そのような点火時期の制御を行なう点火時期制御部（遅角制御手段）を備えている。20

#### 【0051】

##### （燃焼モードの切替え）

以下に、燃焼モード切替え時の過渡的な制御手順を、例えば図2に太線の矢印で示すようにエンジン1の運転状態が低負荷側から高負荷側に変化して、成層燃焼モードから均一燃焼モードに切替わる場合について、図5～8に基づいて具体的に説明する。

#### 【0052】

まず、図5及び図6に示す制御フローにおいて、図5のスタート後のステップS1では各種センサやスイッチなどからの検出信号を読み込み、続くステップS2では目標負荷P<sub>i</sub>やエンジン回転数などからエンジン1を成層燃焼モードとするかどうか判定する。すなわち、エンジン1が図2のマップ上で定常に均一燃焼領域にあるか或いは均一燃焼領域から成層燃焼領域への切替え途中であればNOと判定して、リターンする（均一燃焼及び均一燃焼から成層燃焼への切替えについては詳しい説明を省略する）。一方、エンジン1が成層燃焼領域にあるか或いは成層燃焼領域から均一燃焼領域への切替え途中であればYESと判定して、ステップS3に進む。30

#### 【0053】

このステップS3では今度は燃焼モードの切替え途中かどうか判定する。これは、例えば、エンジン1が図2のマップ上で成層燃焼領域から均一燃焼領域に移行したときに判定フラグをオンにするとともに、このフラグを後述のステップS17にてオフにするようにし、その間は当該フラグのオン状態に基づいて切替え途中と判定するようすればよい。そして、判定がYESであれば後述のステップS9～S16に進んで、燃焼モードの切替え制御を行う一方、判定がNOであればステップS4～S8に進んで、エンジン1を成層燃焼モードで運転する。40

#### 【0054】

すなわち、前記図3のブロック図に基づいて上述したように、まず正味の目標負荷P<sub>e</sub>に機械損失やポンピングロスの損失分（推定値P<sub>f</sub>）を加えて、制御上の目標負荷P<sub>i</sub>を決定し（ステップS4）、この目標負荷P<sub>i</sub>から目標燃料噴射量F（=F<sub>a</sub>）及び目標空燃比A/Fを決定する（ステップS5）。この目標燃料噴射量Fが燃料噴射弁12の制御に用いられる（F=F<sub>s</sub>）。また、目標空燃比A/Fは、理論空燃比よりも大きなリーン50

側の値に設定される。

【0055】

前記ステップS5に統いて、前記目標燃料噴射量F及び目標空燃比A/Fから目標c<sub>e</sub>を決定し(ステップS6)、これにより目標吸気量を決定する(ステップS7)。この目標吸気量に基づいて目標スロットル開度を決定し、これによりスロットル弁20の開度を比較的大きくなるように制御するとともに、目標燃料噴射量F<sub>s</sub>(=F)に基づいて噴射パルス巾を決定し、これにより燃料噴射弁12を制御して気筒2の圧縮行程で燃料を噴射させて(ステップS8)、かかる後にリターンする。

【0056】

斯くして成層燃焼モードでは、燃料噴射弁12から気筒2内の燃焼室6に噴射された燃料噴霧が点火プラグ9周りに偏在する状態で着火され、当該燃焼室6の平均的な空燃比が非常にリーンな状態で良好に燃焼するようになる。

10

【0057】

一方、前記ステップS3でYESと判定して進んだステップS9では、まずEGR弁25が全閉になったかどうか判定する。これは、燃焼モード切替えの際にはトルクショックの解消のために空燃比を厳密に制御する必要があり、このためにエンジン1の均一燃焼領域への移行に伴い(例えばステップS3と同様にフラグのオンオフにて判定すればよい)EGR弁25を閉じるようにしているからである。こうして、燃焼モード切替えの際には図7のタイムチャートに示すように時刻t=t<sub>1</sub>~t<sub>2</sub>においてEGR弁25が閉じられる。

20

【0058】

そして、その時刻t<sub>1</sub>~t<sub>2</sub>の間は前記ステップS9の判定がNOになって、前記ステップS4に進む一方、時刻t<sub>2</sub>にEGR弁25が閉じられれば、判定がYESになってステップS10に進む。このステップS10では、前記ステップS4と同様にして目標負荷P<sub>i</sub>を決定し、続くステップS11において目標燃料噴射量F及び目標空燃比A/Fを決定する。

【0059】

ここで、目標燃料噴射量Fは、前記ステップS5と同じマップから要求基本噴射量F<sub>a</sub>を読み込むとともに、燃焼モード切替えに伴う過渡的なポンピングロスの増大や空燃比のリッチ化によるトルクの低下を補完すべく、補正燃料量F<sub>b</sub>、F<sub>c</sub>を加えて燃料を增量補正する(F=F<sub>a</sub>+F<sub>b</sub>+F<sub>c</sub>)。一方、目標空燃比A/Fは、前記時刻t<sub>2</sub>にEGR弁25が閉じられれば、直ちに均一燃焼モードでの目標値(理論空燃比)に切替える。

30

【0060】

統いてステップS12において、前記ステップS6と同様に目標燃料噴射量F及び目標空燃比A/Fから目標c<sub>e</sub>を決定する。このときにはエンジン1への要求トルクT<sub>r</sub>の大きさが変わらず、これに対応する目標燃料噴射量Fの変化がないので、前記ステップS11における目標空燃比A/Fの理論空燃比への切替えに伴い目標c<sub>e</sub>が所定量、急低下することになる。

【0061】

統いて、ステップS13では目標c<sub>e</sub>に基づいて目標吸気量を算出し、これに基づいて、ステップS14において前記ステップS8と同様に燃料噴射弁12及びスロットル弁20の制御を行う。こうすると、前記の如く目標c<sub>e</sub>が急低下して、その分、目標吸気量も急低下することから、これに応じてスロットル弁20の開度も図7の時刻t<sub>2</sub>~t<sub>3</sub>に示すように所定量だけ急速に低下することになる。これにより各気筒2において吸気の実c<sub>e</sub>も急速に低下し、実空燃比A/Fが急速にリッチ側に変化する。

40

【0062】

そこで、前記ステップS14に続くステップS15では、理論空燃比に対応する前記目標c<sub>e</sub>を実c<sub>e</sub>で除算して、目標c<sub>e</sub>の実c<sub>e</sub>に対する比率(c<sub>e</sub>レシオ)を算出し、続くステップS16において、そのc<sub>e</sub>レシオが所定値(1よりも小さな値であり、予め成層燃焼限界に対応付けて設定しておく)以上かどうか判定して、この判定がNOであれば

50

(c e レシオ  $\geq$  所定値) リターンする一方、c e レシオが所定値を越えれば、図 6 に示すステップ S 17 ~ S 22 に進んで、後述の如く燃料噴射形態を吸気行程噴射モードに切替えるようとする。

#### 【0063】

すなわち、前記のようにスロットル弁 20 が閉じられることによって吸気量が減少し、実空燃比 A / F が目標空燃比 A / F (理論空燃比) に近づいていくと、圧縮行程噴射モードでは、燃焼室 6 全体の平均的な空燃比は未だリーンな状態であっても、点火プラグ 9 周りの局所空燃比は理論空燃比よりもリッチな過濃状態になり、良好な着火、燃焼が困難な成層燃焼限界 (例えば A / F で 1.8 ~ 1.9 くらい) に近づいていく。

#### 【0064】

これに伴い、実 c e に対する目標 c e (この場合は理論空燃比に対応する値になる) の比率である c e レシオは、図 7 の時刻 t 2 ~ t 4 に示すように増大していき、これが前記成層燃焼限界に相当する所定値 (図には R として示す) に達すれば (時刻 t 4) 、ECU 30 によって燃料の噴射形態が吸気行程噴射モードに切替えられるのである。

#### 【0065】

そのとき、燃料噴射モードの切替え直前には燃焼室 6 の平均的な空燃比は未だ理論空燃比よりもリーンで、相対的に吸気量の多い状態である (c e レシオ < 1) にも拘わらず、噴射モードの切替え後は実 c e に基づいて目標燃料噴射量 F\_h が決定され、図示の如く燃料噴射量が急増して (時刻 t 4) 実空燃比 A / F が一足飛びに理論空燃比に変更されることから (空燃比のジャンプ) 、そのままではエンジントルクが急増してショックが発生してしまう。

#### 【0066】

この点について、この実施形態では、図示の如く時刻 t 4 から燃料噴射量の増大に対応するように点火時期をリタード (遅角補正) して、これにより前記空燃比のジャンプに起因するエンジントルクの急増を打ち消すようにしている。

#### 【0067】

##### (燃料噴射量の增量補正)

ところで、前記の如く燃料噴射モードの切替え直後に点火リタードを行って、エンジントルクの急増を打ち消すようにしても、それだけでは切替え前後のトルクの変動をなくすることはできず、トルクショックが残ってしまう。これは、エンジン 1 を成層燃焼状態から均一燃焼状態に切替えたときに、その切替え直後の気筒内に残留する空気量が通常の均一燃焼状態に比べて多いことから、空燃比 A / F が目標値からややリーン側にずれてしまうからである。

#### 【0068】

すなわち、前記図 7 の時刻 t 4において燃料噴射モードが切替えられると、その後、燃料噴射タイミングを迎える各気筒 2 毎に燃料噴射の制御ロジックが切替えられて、空燃比 A / F が理論空燃比に変更されることになるが、この切替え後の各気筒 2 毎の最初の 1 燃焼サイクルにおいては成層燃焼による既燃ガスが残留しており、その空燃比が相対的にリーンで空気量が多いことから、当該気筒 2 内に新たに形成される混合気の空燃比が理論空燃比 (A / F = 1.4.7) よりもややリーン側 (例えば A / F = 1.6 くらい) にずれてしまうのである。

#### 【0069】

そして、前記の如く大幅な点火リタードが行なわれているときに空燃比 A / F がリーン側にずれると、この空燃比のずれによってもエンジントルクが低下することから、結果として前記点火リタードによるトルクダウン量が大きくなり過ぎてしまい、そのままでは、切替えの前後でエンジントルクを正確に合わせることができなくなるのである。

#### 【0070】

ここで、図 8 に、エンジン 1 の均一燃焼状態において空燃比を理論空燃比近傍で少しづつ変更しながら、点火リタードによるエンジントルクの低下量を測定した結果を示す。図示の 4 つのグラフ a ~ d は、それぞれ、空燃比 A / F が 1.4.76, 1.4.99, 1.5.

10

20

30

40

50

42、16、02の4つの場合であり、この実施形態では、燃料噴射量は固定して、吸気量を変化させることにより空燃比A/Fを変更している。

#### 【0071】

図示の試験結果によれば、いずれの空燃比A/Fにおいても点火時期がMBT近傍の通常の時期（図の例では圧縮上死点（TDC）前25°CAくらい）にあるときに、エンジントルクが最大になっており、そこから遅角側に向かってエンジントルクは徐々に低下している。また、点火時期が概略BTDC10°CAよりも進角側にあるときは、空燃比A/Fのリーンな方が相対的にエンジントルクが大きくなっている。これは、空燃比A/Fのリーン化によってポンプ損失や冷却損失が減少することによると考えられる。

#### 【0072】

一方、点火時期をTDC近傍までリタードしたときには（図の例では概略BTDC10°CAよりも遅角側）、空燃比A/Fのリッチな方が相対的にエンジントルクが大きくなっている。これは、点火リタードによるトルクダウン量が空燃比A/Fによって変化し、空燃比のリーンなときほど燃焼期間の長くなることなどの影響によって、点火リタードによるトルクダウン量が大きくなるからであると考えられる。

10

#### 【0073】

前記図8のグラフから、エンジン1が成層燃焼状態から理論空燃比近傍の均一燃焼状態に切替わった直後に、気筒内に残留する空気の影響で空燃比が目標値よりもリーン側にずれると、そのときに点火時期がTDC付近までリタードされていることとの相互作用で、エンジントルクがやや低下してしまうことが分かる。

20

#### 【0074】

そして、そのようなエンジントルクの低下を打ち消すために、この実施形態では、本発明の特徴部分として以下に説明する図6のフローチャートに示すように、圧縮行程噴射モードから吸気行程噴射モードに切替わった直後の気筒2内に残留している空気量を推定して、その切替え後の最初の1燃焼サイクルだけは前記残留空気量の推定値に基づいて燃料噴射量を增量補正することにより、トルクダウンを相殺するようにしたものである。

#### 【0075】

すなわち、上述の如く図5のフローのステップS16にてYESと判定して、図6のフローに進んだときには、まずステップS17においてエンジン1の燃料噴射モードを圧縮行程噴射モードから吸気行程噴射モードに切替え、続くステップS18において噴射モード切替え後の最初の1燃焼サイクルかどうか判定する。この判定がNOで最初の1燃焼サイクルでなければ、ステップS19に進み、通常の均一燃焼状態の制御ロジックに従って実ce及び目標空燃比A/Fから目標燃料噴射量Fhの基本値を求めるとともに、これに各種補正係数を乗算して、目標燃料噴射量Fhを設定する。そして、続くステップS20において、その目標燃料噴射量Fhに基づいて噴射パルス巾を決定し、これにより燃料噴射弁12を制御して気筒2の吸気行程で燃料を噴射させて、かかる後にリターンする。

30

#### 【0076】

一方、前記ステップS18の判定がYESで、吸気行程噴射モードへ切替え後の最初の1燃焼サイクルであればステップS21に進み、気筒2内の残留空気量を推定する。すなわち、例えば、まず、気筒2の燃焼室容積（ピストン5が上死点にあるときの容積）と排気密度（エンジン1の運転状態に応じて予めマップとして設定）とに基づいて、該気筒2内に残る既燃ガスの量を求め、次に、吸気圧及び排気圧に基づいて、吸排気弁14, 15のオーバーラップ期間に吸排気通路から気筒2内に再吸入される排気の量を求め、両者を足し合わせて気筒2内の残留ガス量を求める。そして、噴射モード切替え直前の成層燃焼状態における空燃比A/Fと燃焼効率とに基づいて、前記残留ガス中の空気量を求める。

40

#### 【0077】

尚、前記吸気圧は吸気マニホールドの吸気圧センサ21によって検出する一方、排気圧は、吸気流量センサ27により検出される吸気流量（排気圧に関するパラメータ値）と噴射パルス巾から求められる実燃料噴射量（同パラメータ値）とから推定する。この推定は予め設定したマップから吸気流量と燃料噴射量Fとに対応する値を読み込むようすればよ

50

い。

#### 【0078】

前記のような演算により、バルブオーバーラップ期間に一旦、吸気通路17や排気通路22に流出した後に再び気筒2内に吸入される排気中の空気量も含めて、当該気筒2内に残留する空気量を極めて正確に推定することができる。

#### 【0079】

前記ステップS21に続くステップS22では、前記ステップS19と同様に実c<sub>e</sub>及び目標空燃比A/Fから目標燃料噴射量F<sub>h</sub>の基本値を求めるとともに、これに各種補正係数を乗算して目標燃料噴射量F<sub>h</sub>を設定することになるが、この補正係数の中に前記ステップS21にて推定した残留空気量の影響を反映させる。すなわち、例えば図8に示すグラフのようなエンジン1の空燃比A/F及び点火時期とエンジントルクとの相関関係を予め実験的に調べて、これに基づいて、エンジン1の運転状態と気筒2内の残留空気量とから燃料増量のための補正係数を決定するためのマップを設定しておけばよい。  
10

#### 【0080】

そうして、前記マップから読み込んだ補正係数を用いて、気筒2内の残留空気による空燃比A/Fのリーン側へのずれを加味して目標燃料噴射量F<sub>h</sub>を設定した後に、前記ステップS20に進んで燃料噴射弁12への制御信号(噴射パルス)を出力し、これにより、燃料噴射弁12を制御して気筒2の吸気行程で燃料を噴射させて、かかる後にリターンする。

#### 【0081】

つまり、エンジン1の燃焼状態を成層燃焼から均一燃焼に切替えるときに、圧縮行程噴射モードから吸気行程噴射モードに切替えた直後の各気筒2毎の1燃焼サイクルだけは、該各気筒2内に残留している空気の影響で生じる空燃比A/Fのリーン側へのずれの度合いを推定し、これに起因するエンジントルクの低下分を相殺するように燃料噴射量を增量補正するようしている。  
20

#### 【0082】

前記図6のフローのステップS17が、ECU30の切替え制御部30bによる圧縮行程噴射モードから吸気行程噴射モードへの切替え制御に対応しており、続くステップS18、S21によって、前記切替制御部30bにより吸気行程噴射モードへ切替えられる気筒2内に残留する空気量を推定する残留空気量推定手段30eが構成されている。  
30

#### 【0083】

詳しくは、前記ステップS21において吸気圧センサ21からの信号に基づいてエンジン1の吸気圧を検出する手順が吸気圧検出手段30fを構成し、同様に吸気流量センサ27からの信号に基づいて吸気流量を、また燃料噴射パルス巾から実燃料噴射量をそれぞれ求める手順が、エンジン1の排気圧に関するパラメータ値を検出するパラメータ値検出手段30gを構成していて、そして、残留空気量推定手段30eは、前記検出された吸気圧及び排気圧などに基づいて気筒2内の残留空気量を推定するようになっている。

#### 【0084】

さらに、前記フローのステップS22により、前記残留空気量の推定値と点火時期の遅角制御量とに基づいて、吸気行程噴射モードへの切替えに伴い気筒2内の残留空気の影響によって生じるエンジントルクの低下分を推定するトルクダウン量推定手段30hと、このトルクダウン量の推定値に基づいて、前記噴射モード切替え後の各気筒2毎の最初の1燃焼サイクルだけ、目標燃料噴射量F<sub>h</sub>を增量補正するトルクアップ補正手段30iと、が構成されている。  
40

#### 【0085】

したがって、この実施形態に係る筒内噴射式内燃機関の制御装置によると、例えば図2に太線の矢印で示すようにエンジン1の運転状態が低負荷側から高負荷側に変化して、その運転モードが成層燃焼モードから均一燃焼モードに切替えられるときには、まず、そのための燃料噴射モードの切替え(圧縮行程噴射モード→吸気行程噴射モード)に先立って、ECU30により、図7の時刻t<sub>2</sub>～t<sub>3</sub>に示すようにスロットル弁20が閉じ側に作  
50

動制御される。

【0086】

そのスロットル弁 20 の閉作動によって吸気流量が減少し、気筒 2 内の実空燃比 A/F が目標空燃比 A/F (理論空燃比) に近づいていって、点火プラグ 9 周りの局所空燃比が過濃な成層燃焼限界になると (時刻 t4) 、ECU 30 により燃料の噴射形態が吸気行程噴射モードに切替えられるとともに、この切替えに伴い実空燃比 A/F がリッチ側へ急変 (ジャンプ) してもエンジントルクが急増しないように、点火時期が大幅に遅角側へ変更 (点火リタード) される。

【0087】

そのように圧縮行程噴射モードから吸気行程噴射モードへ切替えられる気筒 2 内には、成層燃焼による既燃ガスが残留することになるので、通常の均一燃焼時に比べて気筒 2 内の残留空気量が多くなっている。それ故に、切替え後の最初の 1 燃焼サイクルにおいては当該気筒 2 内に新たに形成される混合気の空燃比 A/F がややリーン側にずれてしまい、前記の如く点火時期が大幅にリタードされていることと相俟って、そのままではエンジントルクがやや低下することになる。

10

【0088】

これに対し、前記噴射モード切替後の最初の 1 燃焼サイクルにおいては、気筒 2 内の残留空気量の推定値と点火リタード量とに応じて燃料噴射量が增量補正され (時刻 t4～) 、これにより前記残留空気の影響によって生じるエンジントルクの低下分も相殺される。こうして、空燃比のジャンプによるエンジントルクの急増が打ち消されるとともに、気筒 2 内に残留する空気の影響によるエンジントルクの低下も生じないことから、噴射モード切替えの前後でエンジントルクが一致して、トルクショックが解消される。

20

【0089】

(他の実施形態)

本発明の構成は、前記の実施形態に限定されることではなく、その他の種々の構成をも包含するものである。すなわち、例えば、前記実施形態においては、エンジン 1 の燃料噴射形態を圧縮行程噴射モードから吸気行程噴射モードに切替えるときに、その切替え後の各気筒 2 の最初の 1 燃焼サイクルは、当該各気筒 2 内の残留空気量に基づいて燃料噴射量を增量補正するようにしているが、これに限らず、例えば点火時期の遅角制御量を減少補正するようにしてもよい。

30

【0090】

具体的には、前記図 6 のフローの一部を変更した図 9 のフローに示すように、ステップ S22'において燃料噴射量は、均一燃焼の通常の制御ロジックに従ってステップ S19 と同様に設定し、続くステップ S23において残留空気量の影響によるエンジントルクの低下を相殺するように、点火リタード量を減少補正する補正值を設定する。この点火リタード量の減少補正值は、例えば図 8 に示すグラフのような空燃比 A/F、点火時期及びエンジントルクの相関関係のグラフに基づいて、エンジン 1 の運転状態と気筒 2 内の残留空気量とから補正值を決定するためのマップを設定しておけばよい。尚、図 9 のフローの他のステップの手順は図 6 のものと同じである。

40

【0091】

その場合、前記図 9 のフローのステップ S23 により、前記残留空気量の推定値と点火時期の遅角制御量とに基づいて、吸気行程噴射モードへの切替えに伴い気筒 2 内の残留空気の影響によって生じるエンジントルクの低下分を推定するトルクダウン量推定手段 30 h と、このトルクダウン量の推定値に基づいて、前記噴射モード切替え後の各気筒 2 毎の最初の 1 燃焼サイクルだけ、前記点火時期の遅角制御量を減少補正するトルクアップ補正手段 301 と、が構成される。

【0092】

或いは、前記の如く気筒 2 内の残留空気量に応じて燃料噴射量又は点火時期のいずれか一方を補正するのではなく、それら両方を補正するようにしてもよい。この場合には、気筒 2 内の残留空気量に基づいて正確に理論空燃比になるように燃料噴射量を增量補正し、

50

トルク変動は点火時期の補正で吸収することもできる。

【0093】

さらに、エンジン1にトルクアシストの可能な電動モータが装備されている場合には、噴射モード切替え後の最初の1燃焼サイクルだけ前記電動モータをアシスト作動させて、エンジントルクを増大補正することも可能であり、また、オルタネータ等の補機の駆動負荷を変更することによってエンジントルクを補正することも可能である。この場合には、前記電動モータや補機とその作動制御を行うコントローラとによって、トルクアップ補正手段が構成されることになる。

【図面の簡単な説明】

【0094】

10

【図1】本発明の実施形態に係る制御装置を備えたエンジンの概略構造図。

【図2】エンジンの運転モードを切替えるための制御マップの一例を示す模式図。

【図3】燃料及び吸気制御の基本的な制御ロジックを示す機能ブロック図。

【図4】基本的な制御に用いられるテーブルの一例を示す模式図。

【図5】燃料及び吸気制御の前半の制御手順を示すフローチャート図。

【図6】燃料及び吸気制御の後半の制御手順を示すフローチャート図。

【図7】成層燃焼モードから均一燃焼モードに切り替わるときのEGR、スロットル開度、c e レシオ、燃料噴射量、点火時期等の変化を示すタイムチャート図。

【図8】均一燃焼状態において空燃比を理論空燃比近傍で少しづつ変更しながら、点火リタードによるエンジントルクの低下量を測定した結果を示すグラフ図。

20

【図9】燃料噴射モードの切替え時に気筒内の残留空気量に応じて点火リタード量を減少補正するようにした他の実施形態に係る図6相当図。

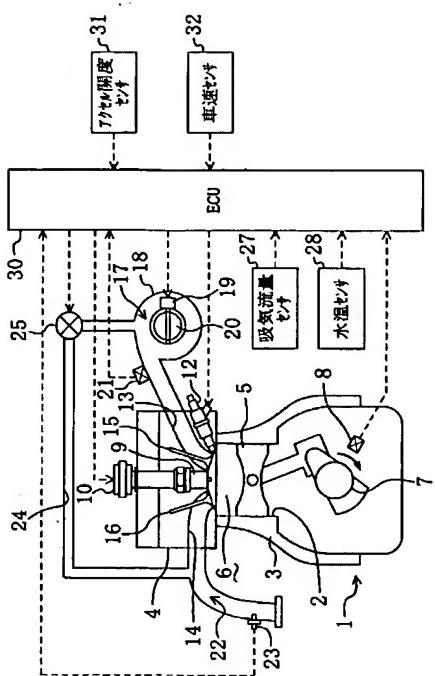
【符号の説明】

【0095】

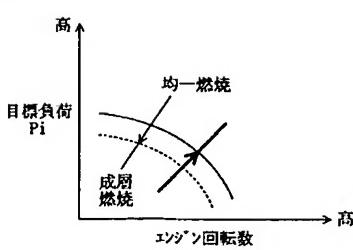
- 1 エンジン（筒内噴射式内燃機関）
- 2 気筒
- 2 1 吸気圧センサ（吸気圧検出手段）
- 2 7 吸気流量センサ（パラメータ値検出手段）
- 3 0 エンジンコントロールユニット（ECU）
- 3 0 b 切替制御部
- 3 0 e 残留空気量推定手段
- 3 0 f 吸気圧検出手段
- 3 0 g パラメータ値検出手段
- 3 0 h トルクダウン量推定手段
- 3 0 i トルクアップ補正手段

30

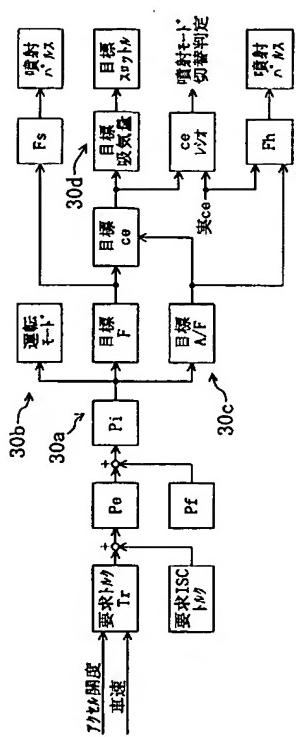
【図1】



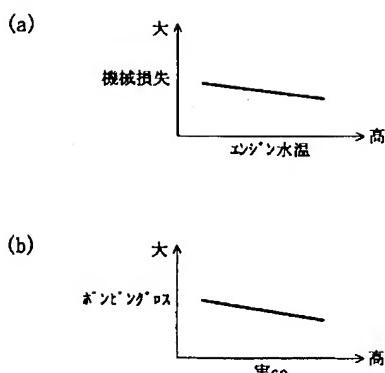
【図2】



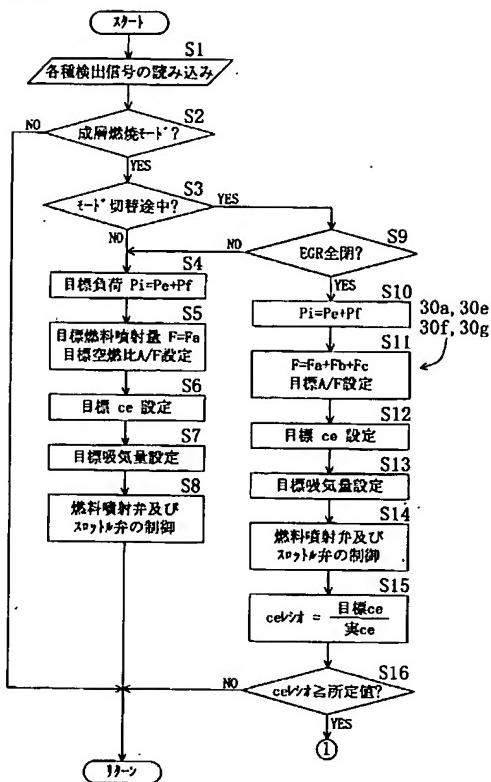
【図3】



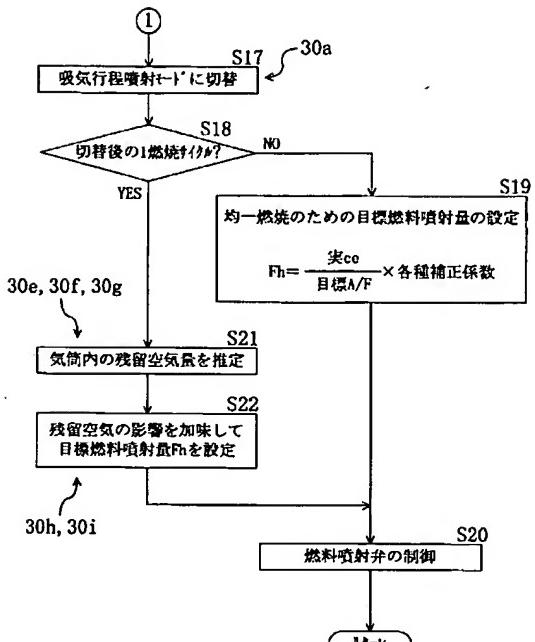
【図4】



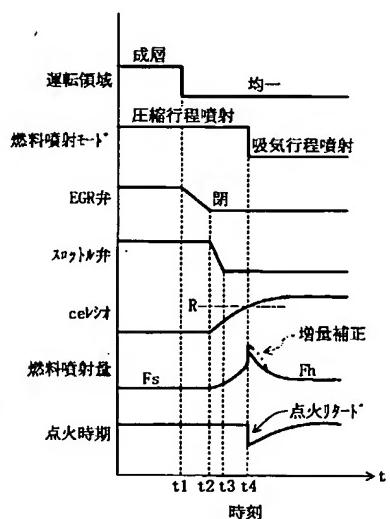
【図 5】



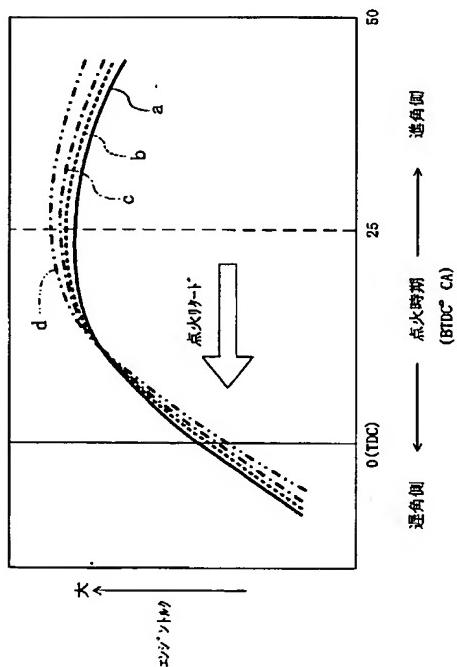
【図 6】



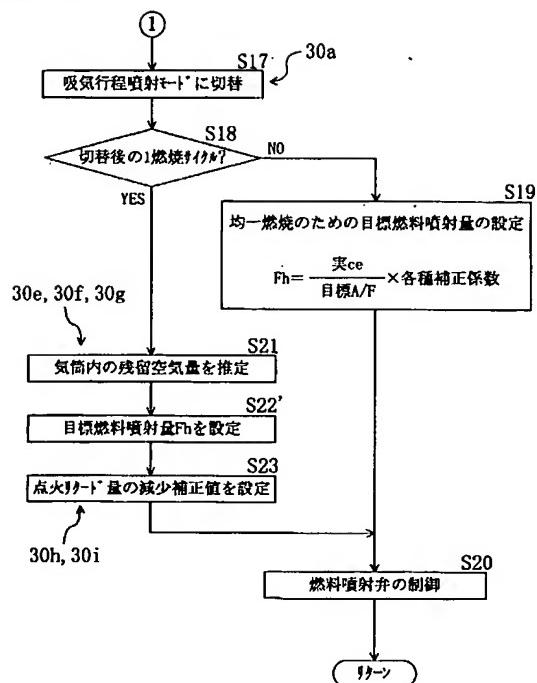
【図7】



〔図8〕



【図9】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100115691  
弁理士 藤田 篤史  
(74)代理人 100117581  
弁理士 二宮 克也  
(74)代理人 100117710  
弁理士 原田 智雄  
(74)代理人 100121728  
弁理士 井関 勝守  
(72)発明者 高木 宏  
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内  
(72)発明者 吉岡 浩見  
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内  
(72)発明者 中川 滋  
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内  
(72)発明者 松江 利樹  
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

F ターム(参考) 3G022 AA07 AA10 CA06 CA07 CA09 DA02 EA07 FA04 FA06 GA05  
CA06 GA07 GA08 GA09 GA19  
3G301 HA01 HA04 HA13 HA16 JA04 JA25 KA08 KA09 KA24 KA25  
LA01 MA01 MA11 NA08 NC04 ND01 NE01 PA01Z PA07Z PB08Z  
PD13Z PD14Z PE01Z PE08Z PF01Z PF03Z PF07Z  
3G384 AA01 AA06 AA09 BA05 BA09 BA13 BA24 BA27 CA06 CA07  
CA17 CA18 CA29 DA14 DA15 DA38 EA01 EB01 EB04 ED07  
EE32 FA01Z FA06Z FA08Z FA14Z FA28Z FA40Z FA47Z FA54Z FA56Z  
FA79Z

PAT-NO: JP02006016973A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2006016973 A  
TITLE: CONTROL DEVICE OF CYLINDER INJECTION INTERNAL  
COMBUSTION ENGINE  
PUBN-DATE: January 19, 2006

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TAKAGI, HIROSHI	N/A
YOSHIOKA, HIROMI	N/A
NAKAGAWA, SHIGERU	N/A
MATSUE, TOSHIKI	N/A

## INT-CL-ISSUED:

TYPE	IPC	DATE	IPC-OLD
IPCP	F02D41/04	20060101	F02D041/04
IPFC	F02D41/18	20060101	F02D041/18
IPFC	F02D45/00	20060101	F02D045/00
IPFC	F02P5/15	20060101	F02P005/15

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate a torque shock by accurately adjusting engine torque when switching its two combustion modes, in a cylinder injection internal combustion engine for operating by switching to a lean stratified combustion mode and a rich uniform combustion mode of the air-fuel ratio.

SOLUTION: For example, when switching to the uniform combustion mode from the stratified combustion mode, before switching a fuel injection mode, a throttle valve 20 is operated for closing by a predetermine quantity (the time t2 to t3). Thus, an intake air quantity reduces, and when the ce ratio becomes a predetermined value R (a stratified combustion limit), a (t4) fuel injection mode is switched to intake stroke injection from compression stroke injection. In this case, an ignition retard is performed for negating a sudden

increase in engine torque caused by a jump of the air-fuel ratio, and a fuel injection quantity is increasingly corrected by the first one combustion cycle with respective cylinders 2 after its switching, by estimating an air quantity remaining in the respective cylinders 2 for switching the injection mode. Thus, the torque shock can be eliminated when switching the injection mode.

COPYRIGHT: (C) 2006, JPO&NCIPI

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (2):  
SOLUTION: For example, when switching to the uniform combustion mode from the stratified combustion mode, before switching a fuel injection mode, a throttle valve 20 is operated for closing by a predetermine quantity (the time t2 to t3). Thus, an intake air quantity reduces, and when the ce ratio becomes a predetermined value R (a stratified combustion limit), a (t4) fuel injection mode is switched to intake stroke injection from compression stroke injection. In this case, an ignition retard is performed for negating a sudden increase in engine torque caused by a jump of the air-fuel ratio, and a fuel injection quantity is increasingly corrected by the first one combustion cycle with respective cylinders 2 after its switching, by estimating an air quantity remaining in the respective cylinders 2 for switching the injection mode. Thus, the torque shock can be eliminated when switching the injection mode.